

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ.

Таблица 1

Содержание кремния в подземных водах основных гидрогеологических провинций зоны гипергенеза

Показатель	Подземные воды провинций выщелачивания [9]				Подземные воды континентального засоления [9]	Подземные воды водосбора озера Имандра
	тропическо го климата	многолетней мерзлоты	горных областей	умеренного климата		
Si, мг/дм ³	9,8	4,0	7,1	6,2	14,6	5,96
Si/Σкатионов	0,26	0,14	0,10	0,07	0,04	0,31
Минерализация, мг/дм ³	161	121	270	337	1322	88

Согласно [10], подземные воды находятся в состоянии насыщения окислами и гидроокислами железа и алюминия: гиббситом, гематитом, гетитом, диаспором, бемитом. Рассматриваемые воды не насыщены оксидами кремния (халцедон, кристобалит, кварц), происходит растворение этих минералов, чем можно объяснить накопление кремния в воде и его высокие концентрации.

Таблица 2

Соотношение катионов в подземных водах водосбора озера Имандра (Кольский полуостров)

№	Родник	Минерализация, мг/дм ³	Si, мг/дм ³	Si/Ca	Si/Mg	Si/Na	Si/K	Si/Σкатионов
S-16	«Болотный»	61,8	8,37	1,1	1,9	2,2	6,2	0,49
S-17	«Горный»	30,5	3,70	0,7	3,5	2,3	14,1	0,44
S-18	«Дорожный»	37,3	4,52	0,9	2,2	1,6	7,3	0,43
S-19	«Кислая Губа»	67	4,97	0,5	1,8	1,4	2,4	0,26
S-20	«Молодежный»	115	4,10	0,2	3,1	0,6	3,5	0,13
S-21	«Поддорожный»	201	6,23	0,2	1,5	0,4	3,1	0,10
S-22	«Прихобинский»	111	6,22	0,5	2,9	0,6	1,2	0,20
S-23	«Спортивный»	82,2	9,58	0,9	1,9	2,9	8,9	0,46

Таким образом, ультрапресные подземные воды района озера Имандра (Кольский полуостров) – это воды зоны интенсивного водообмена, имеющие малое время взаимодействия с горной породой. Это определяет нахождение этих вод на начальной стадии взаимодействия в системе «вода-порода». Они насыщены оксидами и гидроксидами алюминия и железа. Особенностью рассматриваемых вод является то, что кремний составляет существенную долю от суммы основных катионов – от 10 до почти 50%, что исключительно для вод столь низкой минерализации.

Литература

1. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: в 5 томах. Т. 1: Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие и моделирование/ В.А. Алексеев [и др.]; отв. редактор тома С.Л. Шварцев; ОИГГМ СО РАН [и др.], - Изд-во СО РАН, 2005 – 244 с.
2. Евтюгина З. А., Асминг В. Э. Особенности формирования состава инфильтрационных вод в условиях аэротехногенного загрязнения // Вестник МГТУ: труды Мурманского государственного технического университета. - 2013. - Т. 16, № 1. - С. 73-80
3. Ershov V.V., Lukina N.V., Orlova M.A., Zukert N.V. Dynamics of snowmelt water composition in conifer forests exposed to airborne industrial pollution // Russian Journal of Ecology. – 2016. – V. 47. – № 1. – P. 46-52.
4. Дауэальтер В.А., Дауэальтер М.В., Салтан Н.В., Семенов Е.Н. Химический состав поверхностных вод в зоне влияния комбината «Североникель» // Геохимия. – 2009. – № 6. – С. 628-646.
5. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Формирование химического состава вод Мурманской области в условиях функционирования горнорудных и металлургических производств // Арктика: экология и экономика. – 2015. – № 4 (20). – С. 4-13.
6. Геологическая карта Кольского региона, Апатиты, 2001.
7. Ананьев В.Н. Родники Мурманской области: справочник. — Мурманск: Книжное изд-во, 2010. — 88 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 1 Кольский полуостров / под ред. Ю. А. Елксина, В. В. Куприянова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970.
9. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
10. Воробьева Д.А. Исследование насыщенности ультрапресных вод района озера Имандра (Кольский полуостров) вторичными минералами // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студ., аспирантов и молодых ученых. - Томск, 2017.— Т. 1 – С. 528-530

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА УГЛЕКИСЛЫХ РОДНИКОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Е.А. Ворожейкина

Научный руководитель доцент Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Углекислые минеральные воды – природные воды, имеющие различный ионный состав, минерализацию и температуру и содержащие не менее 500 мг/л свободной двуокиси углерода (CO₂), согласно [2].

Восточное Забайкалье является одним из лидеров в России по распространению углекислых минеральных вод. Большая часть территории Восточного Забайкалья, исключая его север, относится к Даурской гидроминеральной области. По разным оценкам в ней насчитывается около 300 источников углекислых вод. Впервые характеристику курорта Дарасун, свойств минеральной воды дал В.Я. Кокосов в статье «Дарасунские минеральные воды и грязи» (1895). Лечебное действие минеральных вод изучалось учеными Б.И. Кузник, И. Д. Боечко, В.А. Козлов, Б.А.Зайко. Первыми европейскими исследователями минеральных вод территории Забайкальского края, согласно [6], стали в XVIII в. такие путешественники, как Гмелин, Георги, Паллас. В сводке И. А. Багашева «Минеральные источники Забайкалья» [1] приведены сведения, собранные за период в 150 лет. М. А. Усов, проводя исследования на территории Хэнтэй-Даурского поднятия, связанные с поисками золота, детально описал некоторые минеральные источники. В 1931 и 1932 гг. вышли в свет работы Ю. П. Деньгина [3], в которых приведены материалы обследования источников в верховьях рек Чикой, Онон и Ингода. М. П. Михайлов и Н. И. Толстухин в работе [5] на этой же территории выделили «небольшой» (в сравнении с окружающей обширной провинцией холодных углекислых вод) район распространения акратотерм (маломинерализованных термальных вод с преобладанием азота в газовом состав. Современным исследователем углекислых родников Забайкальского края является Л.В.Замана [4].

В связи с продолжением изучения родников Забайкальского края, была поставлена *цель* – исследовать химический состав углекислых вод, особенности их распространения, выявить влияние CO_2 на основные параметры водной среды.

Гидрогеохимическое исследование родников углекислых минеральных вод Забайкальского края нами было проведено в августе 2018 года. В ходе исследования всего было опробовано 9 родников на общий химический, микрокомпонентный, газовый, изотопный состав и на различные формы серы. Наряду с пробами воды были отобраны образцы водовмещающих пород. В полевых условиях были определены температуры воды, pH, Eh, CO_2 . Исследуемые углекислые воды (рис.1) расположены в Читинской области, близ г.Чита. Родники располагаются преимущественно вдоль крупных тектонических нарушений, имеющих северо-восточное направление. Нарушения в основном приурочены к бортовым частям тектонических впадин. Родники разгружаются в пределах гранитных пород палеозойского возраста.



Рис.1 Карта-схема расположения углекислых вод Забайкальского края. Родники: 1-Олентуйский, 2-Зубковщинский, 3-Адриановский(1), 4- Адриановский(2), 5- Зымка-Аршан, 6-Урульгуйский, 7-Кужуртайский, 8-Маккавеевский, 9- Молоковка.

Исследуемые родники по кислотно-щелочным свойствам являются кислыми и слабокислыми, значения pH изменяются от 4,95 до 6,63 (табл.). Температура углекислых вод изменяется не значительно от 5 до 6,2 °С, лишь в Урульгуйском роднике, температура подземной воды достигает 10,7 °С. Что касается окислительно-восстановительного потенциала, его значения варьирует от 62 до 224 мВ. Сильно разнятся значения минерализации в углекислых водах. Наиболее солёные воды наблюдаются в родниках Маккавеевский и Зымка-Аршан, минерализация достигает 2300 мг/л. А минимальное значение солёности обнаружено в роднике Урульгинский – 181 мг/л. Среди анионов доминирующим является гидрокарбонат-ион, SO_4^{2-} и Cl^- не превышают 40 и 1,5 мг/л соответственно. Среди катионов преобладают Ca^{2+} и Mg^{2+} , однако в некоторых случаях – ион натрия. При этом концентрации K^+ всегда остаются низкими и не превышают 8 мг/л.

Таблица

Химический состав углекислых минеральных вод Забайкальского края

№ пробы	Название объекта	T, °C	pH	Eh, мВ	M*	CO_2	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SiO_2	F^-
УВ-18-4	Олентуйский	5.0	6.63	116	1268	2245	960	9.1	1.5	140.8	67.9	73.1	5.0	24.2	0.27
УВ-18-5	Зубковщинский	5.4	6.38	105	857	2258	635	15.7	1.3	113.6	39.1	36.0	2.8	34.1	0.58
УВ-18-6	Адриановский	6.2	5.53	93	716	1390	519	23.4	2.0	71.1	35.5	52.4	4.0	28.1	0.40
УВ-18-6/2	Адриановский	5.0	5.64	132	682	1699	500	21.2	2.1	63.2	35.1	50.0	4.8	26.1	0.49
УВ-18-7	Зымка-Аршан	5.6	5.88	76	2153	2318	1631	24.8	0.9	290.4	96.8	97.5	2.5	41.4	0.11
УВ-18-8	Урульгуйский	10.7	4.95	192	181	1499	128	9.5	1.4	23.8	5.5	8.5	1.2	22.7	0.53
УВ-18-9	Кужуртайский	5.9	5.60	224	764	1279	529	40.8	3.0	96.1	33.8	51.7	7.2	33.0	0.38
УВ-18-10	Маккавеевский	5.2	6.17	62	2277	2672	1790	4.3	1.2	238.6	151.0	69.9	4.9	51.2	0.07
УВ-18-11	Молоковка	-	6.20	-	1178	2403	918	11.5	1.5	108.0	89.0	40.6	3.3	53.1	0.83

*M – минерализация, мг/л

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ.

При анализе полученных данных, выявлен ряд особенностей Урульгинского родника. Для него характерная небольшая минерализация, более высокая температура, невысокие значения pH. Данная особенность, предположительно, может быть связана с породами, в пределах которых происходит разгрузка родника. Как упоминалось ранее, исследуемые воды разгружаются в пределах гранитных пород палеозойского возраста, за исключением Урульгинского родника, выход которого приурочен в осадочным неогеновым отложениям. Также, в ходе полевого опробования, было изучено место разгрузки исследуемого источника. Разгрузка Урульгинского родника происходит в р.Урульга в теплое время года. Периодические поднятия уровня воды в реке, ведут к заливу родника. В связи с чем, низкую минерализацию воды в роднике также можно объяснить перемешиванием родниковой и речной воды.

В ходе анализа полученных результатов, наблюдается некоторая зависимость между соленостью углекислых вод и величиной pH, а именно при увеличении значений минерализации наблюдается рост pH (рис. 2а). Такая зависимость является типичной для природных вод (Шварцев, 1998). Что касается Eh, наблюдается обратная зависимость, т.е. с ростом минерализации значение окислительно-восстановительного потенциала уменьшается (Рис. 2б).

Следует отметить, что концентрации свободного CO_2 в углекислых водах весьма высоки и изменяются от 1300 до 2700 мг/л. Кроме этого выявлено достаточно высокое содержание SiO_2 , концентрация изменяется от 22,7 до 53,1 мг/л.

Соленость углекислых вод складывается из основного иона - HCO_3^- и катиона - Ca^{2+} . Кроме этого, к одним из основных факторов, определяющих соленость вод является $\text{CO}_{2(\text{св})}$, с увеличением концентраций которого происходит и рост минерализации (рис.3), гидрокарбонат-иона и кальция. При росте значений свободной двуокиси углерода наблюдается уменьшение показателей окислительно-восстановительного потенциала. Согласно классификацией Щукарева С.А. по химическому составу воды углекислых родников Забайкальского края относятся к гидрокарбонатному магниево-кальциевому типу, в единичных случаях к $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ и $\text{HCO}_3\text{-Na-Mg-Ca}$.



Рис. 2 Зависимость pH (а) и Eh (б) углекислых вод от их минерализации.

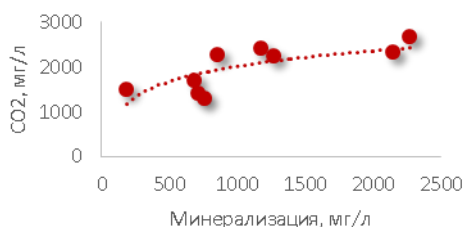


Рис.3 Соотношение минерализации к концентрации CO_2 в углекислых водах Забайкальского края

Из вышеизложенного следует, что углекислые воды родников Забайкальского края являются холодными, как ультрапресными, так и слабосоленоватыми, имеют высокие концентрации углекислоты и повышенные концентрации SiO_2 . Родник Урульгинский отличается в большей степени по химическим показателям от других исследуемых родников, в связи с условиями формирования и распространения. Также выявлены зависимости между основными параметрами водной среды и концентрацией CO_2 в исследуемых углекислых подземных водах.

Работа проводилась в рамках гранта РНФ № 17-17-01158.

Литература

1. Багашев И. А. Минеральные источники Забайкалья: Приложение к Запискам Читинского отделения Приамурского отдела Российского географического общества. — М.: изд. М. Д. Бутина, 1905. — 159 с
2. ГОСТ 13273-88 Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые.
3. Денъгин Ю. П. Минеральные источники Центрального Забайкалья (верховья рек Чикой, Онон, Ингода): Труды Всесоюз. геол.-развед. объединения. — М.; Л.: Госгеолтехиздат, 1932. — Вып. 184. — 43 с.
4. Замана Л. В. Физико-химические характеристики азотных термальных источников бассейна р. Кыра (Юго-Восточное Забайкалье) / Л. В. Замана, Ш. А. Аскарлов // Ученые записки ЗабГГПУ им. Н. Г. Чернышевского. — 2011. — № 1. — С. 173–178.
5. Михайлов М. П., Толстихин Н. И. Минеральные источники и грязевые озера Восточной Сибири, их гидрогеология, бальнеохимия и курортологическое значение: Материалы по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири. — Иркутск: Вост.-Сиб. геол. управление, 1946. — Вып. 21. — 91 с
6. Оргильянов А. И. Минеральные воды проектируемой трансграничной особо охраняемой природной территории «Истоки Амура» / А. И. Оргильянов, Е. Э. Малков, Б. И. Писарский // География и природные ресурсы. — 2011. — № 2. — С. 46–54.